

Indice

Introduzione	1
1 Il contesto applicativo	4
2 Descrizione del lavoro	5
2.1 Livello black box	6
2.2 Livello sottosistemi	7
2.3 Livello moduli	8
3 Tecnologie utilizzate	10
3.1 Sensori MEMS	10
3.2 Ultra-wideband	10

Elenco delle figure

1	Planimetria originale	1
2	Planimetria alterata	1
3	Rete allo step 1 dell'esploratore	2
4	Rete allo step 1 dell'esploratore	2
5	Rete allo step 3 dell'esploratore	2
6	Rete allo step 4 dell'esploratore	2
7	Rete allo step 5 dell'esploratore	3
8	Rete allo step 6 dell'esploratore	3
2.1	Rappresentazione dei livelli d'astrazione utilizzati per descrivere il sistema	5
2.2	Rappresentazione del sistema come black box	6
2.3	Rappresentazione del sistema in sottosistemi	7
2.4	Ambiguità nella georeferenziazione del nodo utilizzando soltanto la distanza con il precedente	9

Introduzione

Il lavoro di questa tesi si colloca nel progetto aziendale Tekne per la realizzazione di un sistema di geolocalizzazione di operatori in contesti privi di segnale GPS. Il sistema permette ad un “esploratore” di creare dinamicamente una rete di nodi all’interno di zone nelle quali il segnale GPS è assente o comunque debole. Questa rete verrà poi ampliata ed utilizzata dagli operatori successivi ad esso per geolocalizzarsi all’interno della zona ed intervenire in maniera ottimale.

Uno scenario esemplificativo è quello di un vigile del fuoco che interviene in un edificio per soccorrere una persona. Tale operatore è considerato un esploratore, poiché è il primo ad intervenire e la planimetria dell’edificio risulta essere ignota e/o cambiata a seguito dell’evento disastroso (Fig.1 e Fig.2).

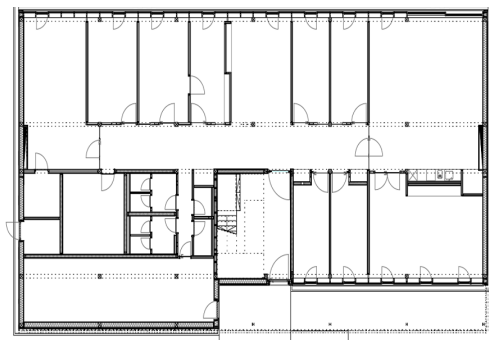


Figura 1: Planimetria originale

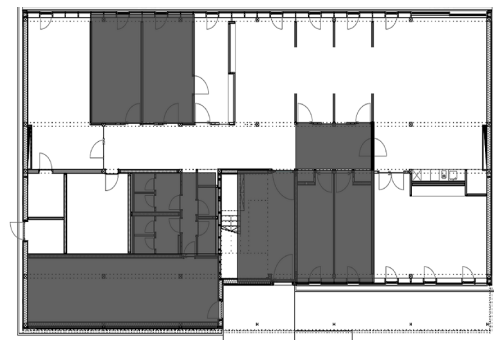


Figura 2: Planimetria alterata

I rettangoli in grigio (Fig.2) rappresentano aree non più accessibili dell'edificio, mentre le mura interrotte nuovi percorsi creati a causa dei crolli. Durante tutta la fase di scouting, l'esploratore posizionerà un'ancora (nodo) ogni 20 metri approssimativamente e ogni qualvolta la precedente risulti non essere più in line-of-sight (linea visiva). Così facendo si "lascerà dietro una scia di briciole" che gli permetteranno di orientarsi all'interno dell'edificio, di eseguire il percorso all'inverso o di ricevere supporto da un'ulteriore operatore. Nelle figure seguenti, si può notare come la rete cresca man mano che l'esploratore avanza all'interno dell'edificio.

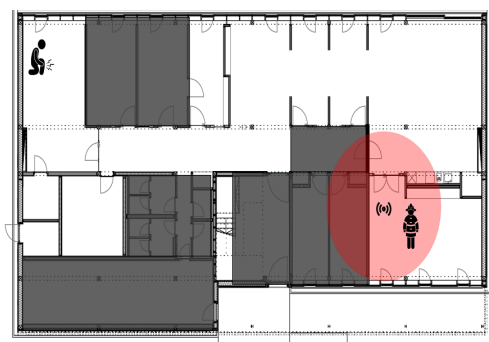


Figura 3: Rete allo step 1 dell'esploratore

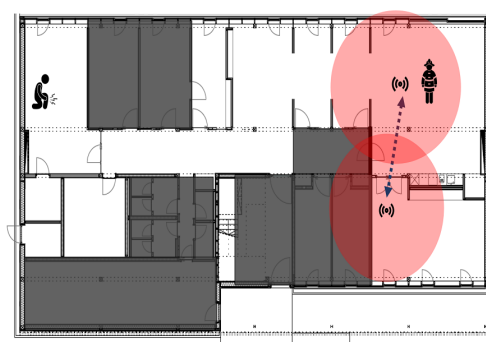


Figura 4: Rete allo step 1 dell'esploratore

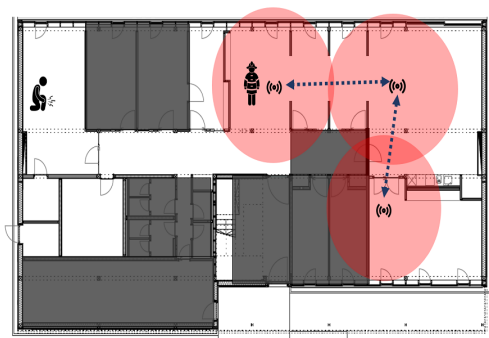


Figura 5: Rete allo step 3 dell'esploratore

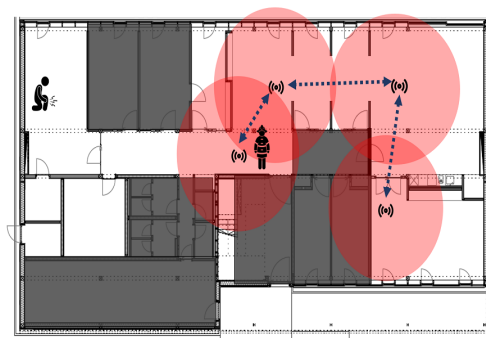


Figura 6: Rete allo step 4 dell'esploratore

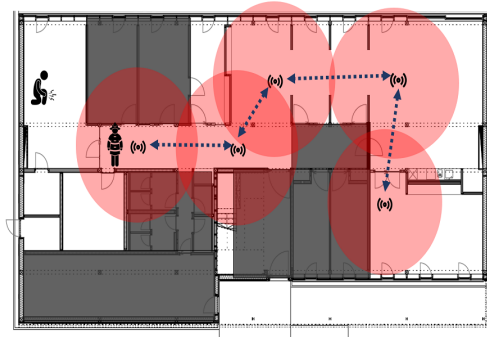


Figura 7: Rete allo step 5 dell'esploratore

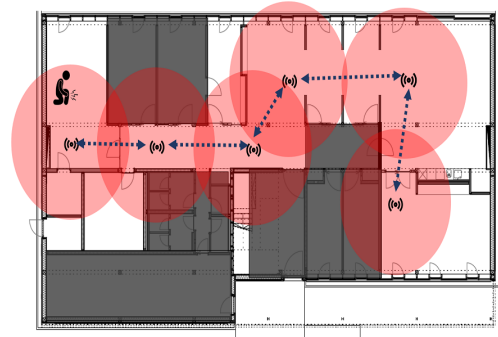


Figura 8: Rete allo step 6 dell'esploratore

Una volta creata l'infrastruttura, gli operatori potranno comunicare e condividere informazioni come posizione e stato.

La presente tesi è così strutturata:

Capitolo 1: Viene descritto il problema della geolocalizzazione indoor, il sistema ideato e le sue parti realizzate nel contesto di questa tesi.

Capitolo 2: Vengono illustrate le tecnologie utilizzate (sensori MEMS e UWB).

Capitolo 3: Viene descritto il rumore dei dati grezzi, le tecniche di raffinamento e alcuni algoritmi di data fusion.

Capitolo 4: Si riporta l'implementazione software e hardware del sottosistema realizzato.

Capitolo 5: Viene illustrato il procedimento di validazione e l'analisi dei dati ottenuti mediante algoritmi di data fusion.

Capitolo 1

Il contesto applicativo

–Aggiungere motivazioni del lavoro, stato dell’arte della geolocalizzazione indoor e quali problemi si vogliono risolvere–

Capitolo 2

Descrizione del lavoro

Per meglio comprendere la soluzione proposta e data la complessità del sistema ideato, utilizzeremo un approccio top-down per descrivere il lavoro svolto. Partendo da un livello d'astrazione a "black box" (Fig.2.1) in cui emergono solo i requisiti funzionali, scenderemo ad un livello nel quale il sistema è rappresentato dai sottosistemi ognuno dei quali con un compito specifico. Infine nell'ultimo livello avremo una visione dei moduli che compongono il sistema e che sono stati realizzati nel contesto di questa tesi.

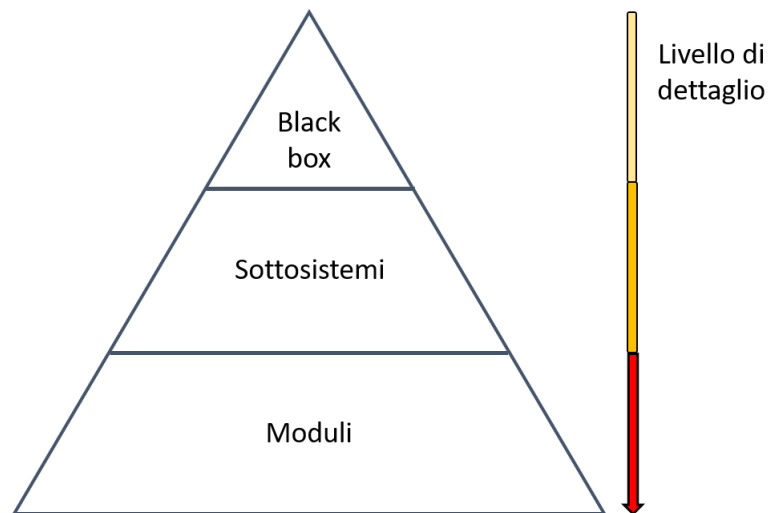


Figura 2.1: Rappresentazione dei livelli d'astrazione utilizzati per descrivere il sistema

2.1 Livello black box

Considerando il sistema in questione come una black box (Fig.2.2) e l'infrastruttura di rete in modo astratto, i due macro-requisiti funzionali sono rispettivamente:

- **R1:** Geolocalizzare l'operatore
- **R2:** Trasmettere messaggi predefiniti come stato della vittima e codici d'emergenza.

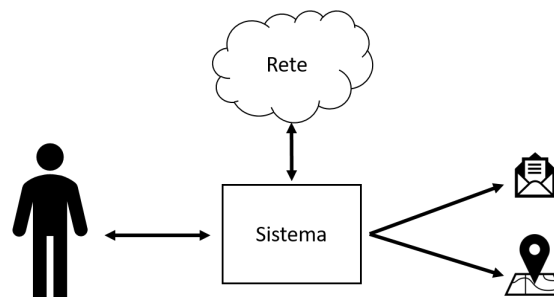


Figura 2.2: Rappresentazione del sistema come black box

Nelle fasi primordiali del progetto, si è scelto di allocare la maggior parte delle risorse lavorative nel completamento di **R1** lasciando ad una fase successiva lo sviluppo di **R2**, per questo motivo d'ora in avanti considereremo come unico requisito la geolocalizzazione dell'operatore.

In particolare *R1* può essere suddiviso in due requisiti più specifici:

- **R1.1:** Determinare la posizione di un operatore all'interno della rete
- **R1.2:** Identificare il cammino minimo da un nodo ad un altro

Quest'ultimo rappresenta sia la possibilità da parte dell'operatore di eseguire il percorso all'inverso, sia la possibilità che venga raggiunto da una squadra di supporto. A questo punto possiamo scendere al livello d'astrazione successivo (2.1).

2.2 Livello sottosistemi

Il sistema è stato quindi diviso in due sottosistemi (Fig.2.3) ognuno dei quali con le proprie responsabilità:

- **S1**: ha il compito di ricavare tramite la rete e altri sensori i dati necessari
- **App**: ha il compito di ricevere i dati da S1, elaborarli e infine fornire la posizione dell'operatore all'interno della rete o il percorso verso uno specifico nodo

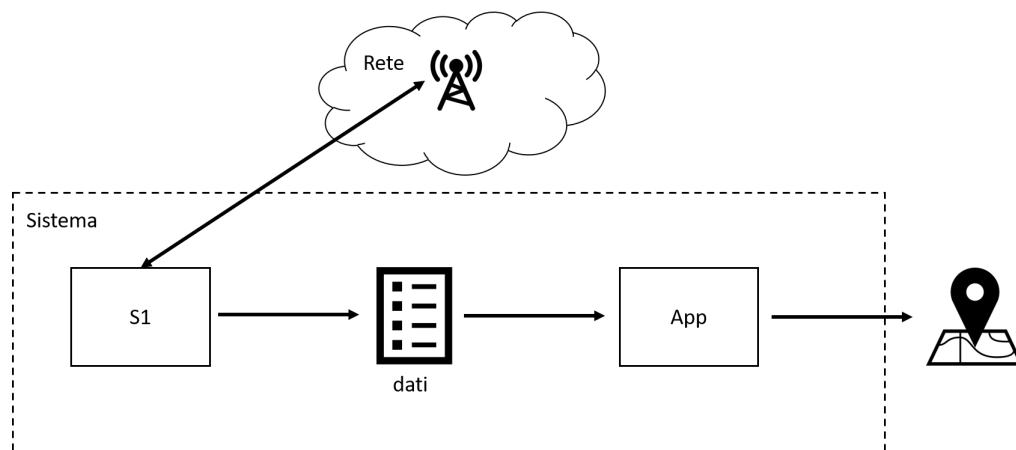


Figura 2.3: Rappresentazione del sistema in sottosistemi

L'idea alla base della soluzione del requisito R1 è strettamente legata all'implementazione della rete. Come già accennato nell'introduzione, questa verrà costruita dinamicamente da un'esploratore e man mano che egli avanza verrà ampliata con nuovi nodi.

Per mantenere il livello d'astrazione attuale ci basta sapere che le caratteristiche della tecnologia utilizzata nell'implementazione della rete (dettagliata nel capitolo successivo), fa sì che le singole celle abbiano un raggio d'azione all'interno del quale il sottosistema S1 può calcolare la distanza tra l'operatore e il centro della cella stessa. Utilizzando una rete con queste caratteristiche il soddisfacimento di R1.1 viene quasi del tutto naturale, mentre per quanto riguarda R1.2 consiste nell'identificare il cammino minimo, problema ben noto in letteratura.

Appare evidente a questo punto che il soddisfacimento dei due requisiti si "riduce" alla costruzione dinamica della rete e alla georeferenziazione dei nodi che la compongono.

Nel prossimo paragrafo ci porteremo al livello d'astrazione più basso (vedi 2.1) dettagliando i moduli che compongono i due sottosistemi e illustrando come questi intendono risolvere il problema di georeferenziazione appena emerso.

2.3 Livello moduli

La soluzione al problema di georeferenziare la rete si costruisce per iterazione georeferenziando i nodi nel momento in cui vengono aggiunti dall'operatore. Con riferimento all'esempio illustrato precedentemente(vedi Fig.3- Fig.8) consideriamo lo step 2 .

Per ipotesi supponiamo che il primo nodo sia già georeferenziato, nel momento in cui risulti essere al limite della line-of-sight e della distanza di sicurezza(20 mt) l'operatore piazzerà il secondo nodo. Per georeferenziarlo (rispetto al primo) abbiamo bisogno di alcune informazioni:

- La distanza tra i due nodi
- L'angolo tra i due nodi

Il vettore distanza può essere ricavato sfruttando la caratteristica tecnologica (vedi rif. tecnologia uwb) della rete da parte del sistema che, è in grado di determinare la distanza tra l'operatore e il nodo all'interno del suo raggio d'azione.

Tale informazione non è però sufficiente, infatti ci sono infiniti punti sulla circonferenza con centro nel primo nodo e raggio pari alla distanza. Per poter georeferenziare in modo univoco il secondo nodo abbiamo bisogno di trovare anche l'angolo in riferimento al primo nodo, tale compito non è banale e tanto meno le metodologie univoche e perfette.

Per il momento ci basta sapere che l'algoritmo utilizzato nel contesto di questa tesi, approfondito nei capitoli successivi (vedi rif. algoritmo di fusione), esegue un campionamento durante il tragitto tra un nodo e l'altro combinando i dati inerenti alla distanza dell'operatore con quelli relativi agli angoli lungo il percorso. La figura seguente rappresenta la georeferenziazione del secondo nodo utilizzando soltanto il vettore distanza tra i due nodi.

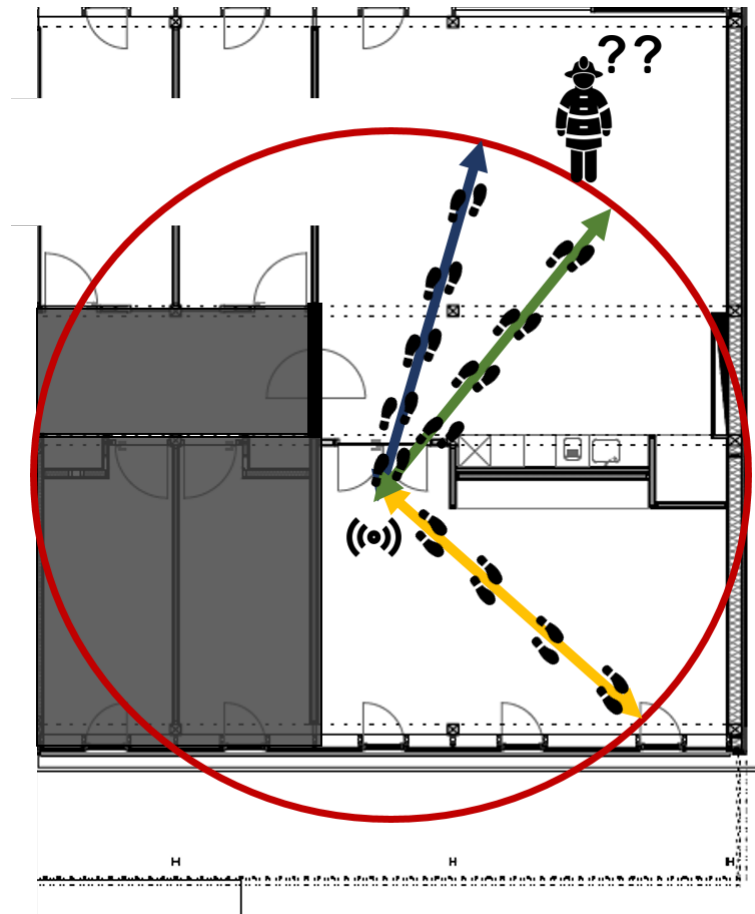


Figura 2.4: Ambiguità nella georeferenziazione del nodo utilizzando soltanto la distanza con il precedente

Nella figura precedente abbiamo graficato solo tre delle possibili infiniti posizioni del secondo nodo alla distanza rilevata. Assumiamo che la direzione il punto corretto sia quello intersecato dal vettore in blu e la circonferenza, un'ambiguità con il vettore in verde potrebbe essere accettata in quanto pochi metri dalla reale posizione e a causa della mancanza di percorsi verso est, un'ambiguità con il vettore in giallo renderebbe il sistema completamente inutile o peggio disinformato.

Capitolo 3

Tecnologie utilizzate

3.1 Sensori MEMS

3.2 Ultra-wideband